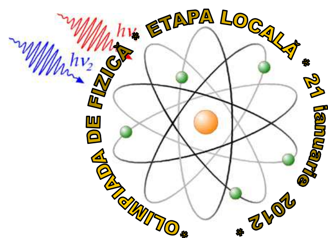
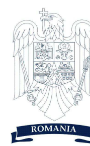


INSPECTORATUL ŞCOLAR JUDEŢEAN CONSTANŢA



MINISTERUL EDUCAŢIEI CERCETĂRII TINERETULUI ŞI SPORTULUI

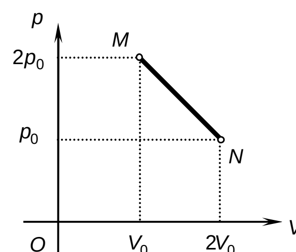
CLASA a X - a * Bareme*

1.

A. *Considerând cunoscute constantele necesare, stabiliţi o formulă cu ajutorul căreia să se poată evalua diametrul unei molecule de apă, presupusă sferică.*

B. *Crescând de k ori temperatura absolută a unui gaz ideal biatomic închis într-o incintă de volum constant gazul disociază parţial în atomi. Gradul de disociere (raportul dintre numărul de molecule disociate şi numărul de molecule existente înainte de disociere) este α. De câte ori a crescut presiunea?*

C. *O masă de gaz ideal este supusă transformării MN din figură. Demonstraţi că pe transformare, între stările M şi N, există o stare în care temperatura gazului este maximă şi precizaţi cum se poate estima pe grafic poziţia acestei stări.*



Selectate şi prelucrate de prof. Anton Pantelimon, Colegiul Tehnic „Tomis” Constanţa

A. Volumul unui mol de apă se poate exprima $V_\mu = \frac{\mu}{\rho}$. ***(0,5 puncte)***

Volumul repartizat unei molecule de apă este: $v = \frac{V_\mu}{N_A} = \frac{\mu}{\rho \cdot N_A}$. ***(1 punct)***

Acesta poate fi aproximat:

- fie cu volumul moleculei sferice $v = \frac{\pi \cdot d^3}{6} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{6\mu}{\pi \cdot \rho \cdot N_A}}$
- fie cu volumul unui cub în care este înscrisă molecula sferică $v = d^3 \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho \cdot N_A}}$ ***(1 punct)***

Se acceptă oricare din cele două variante.

B. $\alpha = \frac{N_d}{N_0} \Rightarrow N_d = \alpha N_0$

Numărul de molecule monoatomice va fi $N_1 = 2\alpha N_0$ ***(0,5 puncte)***

Numărul de molecule biatomice va fi $N_2 = (1-\alpha)N_0$ ***(0,5 puncte)***

Numărul de moli de molecule monoatomice este $\nu_1 = \frac{2\alpha N_0}{N_A} = 2\alpha\nu_0$, ***(0,5 puncte)***

unde ν_0 este numărul de moli existenţi înaintea disocierii.

Numărul de moli de molecule biatomice este $\nu_2 = \frac{(1-\alpha)N_0}{N_A} = (1-\alpha)\nu_0$, ***(0,5 puncte)***

Numărul total de moli după disociere va fi :

$\nu = \nu_1 + \nu_2 = (1+\alpha)\nu_0$. ***(0,5 puncte)***

Ecuaţia de stare înainte de disociere se scrie $pV = \nu_0 RT$, iar după ridicatea temperaturii de k ori şi disociere $p'V = (1+\alpha)\nu_0 RkT$ ***(0,5 puncte)*** şi de aici

$\frac{p'}{p} = k(1+\alpha)$. ***(0,5 puncte)***

C. Se obsevă că stările M şi N se află pe o izotermă: $2p_0 \cdot V_0 = p_0 \cdot 2V_0$.***(1 punct)***

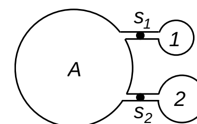
Cu cât temperatura este mai mare, izoterma corespunzătoare unei anumite mase de gaz se depărtează de axele de coordonate . ***(1 punct)***

Depărtând izoterma care trece prin punctele M şi N de axele de coordonate temperatura creşte, iar punctele de intersecţie cu transformarea se apropie unul de altul, ele coincizând în punctul în care izoterma este tangentă la transformare, stare în care temperatura pe transformarea MN va fi cea mai mare. ***(1 punct)***

.

Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător.

2. *Un vas A de volum $V = 50\ell$, conţinând gaz la temperatura $t = 27^0C$ şi presiunea $p = 10^5\ N/m^2$, este legat prin două tuburi scurte şi subţiri cu alte două vase 1 şi 2 cu volumele $V_1 = 15\ell$ şi respectiv $V_2 = 20\ell$, ambele vidate. În tuburile de legătură există două supape s_1 şi s_2 care lasă să treacă gaz din vasul A în vasele 1 sau 2 dacă presiunea din vasul A depăşeşte presiunile din vasele 1 sau 2 cu $\Delta p_1 = 1{,}2p$ şi respectiv $\Delta p_2 = 1{,}4p$. Se încălzeşte progresiv sistemul celor trei vase. Determinaţi:*



a) la ce temperatură se deschide supapa s_1;

b) la ce temperatură se deschide supapa s_2;

c) care va fi presiunea în vasul 2 la temperatura $t' = 267^0C$.

Selectată şi prelucrată de prof. Anton Pantelimon, Colegiul Tehnic „Tomis” Constanţa

a) Supapa s_1 se deschide dacă presiunea gazului în vasul A devine $\Delta p_1 = 1{,}2p$ într-o transformare izocoră ***(0,5 puncte)***:

$$\frac{p}{T} = \frac{\Delta p_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{\Delta p_1}{p}T = 360K \quad \textbf{(1 punct)}$$

b) Fie T_2 temperatura la care se deschide supapa s_2.

Presiunea în vasul A trebuie să fie $p_A = \Delta p_2 = 1{,}4p$, iar presiunea în vasul 1 $p_1 = \Delta p_1 - \Delta p_2 = 0{,}2p$ ***(0,5 puncte)***.

Aditivitatea numărului de moli ne conduce la:

$\nu = \nu_A + \nu_1$ ***(1 punct)*** şi din ecuaţiile de stare: $pV = \nu RT$, $p_AV = \nu_ART_2$ şi $p_1V_1 = \nu_1RT_2$ ***(0,5 puncte)***

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_AV}{T_2} + \frac{p_1V_1}{T_2}\ \textbf{(0,5 puncte)} \Rightarrow T_2 = \frac{p_AV + p_1V_1}{pV}\cdot T \Rightarrow$$

$$T_2 = \frac{\Delta p_2V + (\Delta p_1 - \Delta p_2)V_1}{pV}\cdot T = \frac{1{,}4pV + 0{,}2pV_1}{pV} = 438K \quad \textbf{(0,5 puncte)}$$

c) Fie p_2' presiunea în vasul 2 la temperatura $T' = 510K$.

Presiunea în vasul A va fi $p_A' = p_2' + \Delta p_2$, *iar în vasul 1* $p_1' = p_A' - \Delta p_1 = p_2' + \Delta p_2 - \Delta p_1$ ***(1 punct)***

Aditivitatea numărului de moli ne conduce la:

$\nu = \nu_A' + \nu_1' + \nu_2'$ ***(1 punct)*** şi din ecuaţiile de stare: $pV = \nu RT$, $p_A'V = \nu_A'RT'$ şi $p_1'V_1 = \nu_1'RT'$ şi $p_2'V_2 = \nu_2'RT'$ ***(0,5 puncte)***

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_A'V}{T'} + \frac{p_1'V_1}{T'} + \frac{p_2'V_2}{T'} \quad \textbf{(0,5 puncte)}$$

$$\frac{pV}{T} = \frac{(p_2' + \Delta p_2)V}{T'} + \frac{(p_2' + \Delta p_2 - \Delta p_1)V_1}{T'} + \frac{p_2'V_2}{T'} \quad \textbf{(0,5 puncte)}$$

$$p_2' = \frac{1}{V + V_1 + V_2}\left[pV\frac{T'}{T} - \Delta p_2V - (\Delta p_2 - \Delta p_1)V_1\right] = 0{,}2p = 0{,}2\cdot 10^5\ N/m^2 \quad \textbf{(1 punct)}$$

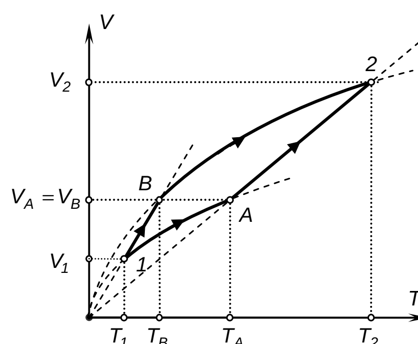
Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător.

3. *Un gaz ideal trece dintr-o stare iniţială 1 într-o stare finală 2 prin două succesiuni de transformări: $1 \to A \to 2$ şi $1 \to B \to 2$, reprezentate în figură în coordonate (V,T). Transformările $1 \to A$ şi $B \to 2$ sunt descrise de ecuaţia $T = const. \cdot V^2$, iar transformările $A \to 2$ şi $1 \to B$ reprezintă segmente de drepte care trec prin origine. Ştiind că la trecerea gazului din starea iniţială 1 în starea finală 2 presiunea creşte de 2 ori şi că volumele gazului în stările A şi B sunt egale, se cer:*

a) să se exprime presiunile, volumele şi temperaturile absolute ale stărilor A, B şi 2 în funcţie de presiunea, volumul şi temperatura absolută p_1, V_1 şi T_1 ale stării iniţiale 1;

b) să se reprezinte cele două succesiuni de transformări: $1 \to A \to 2$ şi $1 \to B \to 2$ în coordonate (p,V) şi să se calculeze în funcţie p_1 şi V_1 lucrurile mecanice schimbate de gaz cu exteriorul în cele două succesiuni de transformări: L_{1A2} şi L_{1B2};

c) să se calculeze în funcţie p_1 şi V_1 diferenţa dintre căldurile schimbate de gaz cu exteriorul în cele două succesiuni de transformări: $Q_{1A2} - Q_{1B2}$.



prof. Anton Pantelimon, Colegiul Tehnic „Tomis" Constanţa

a) În ecuaţia $T = const. \cdot V^2$ care descrie transformările $1 \to A$ şi $B \to 2$ înlocuim, din ecuaţia termică de stare $T = \frac{pV}{\nu R}$ şi obţinem $p = const. \cdot V$ sau $\frac{p}{V} = const.$, care aplicată celor două transformări, conduce la:

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_A}{V_A} \text{ şi } \frac{p_B}{V_B} = \frac{p_2}{V_2}.$$ **(1 punct)**

Transformările $A \to 2$ şi $1 \to B$ sunt transformări izobare, deci $p_A = p_2 = 2p_1$ şi $p_1 = p_B$ şi cum $V_A = V_B$, rezultă:

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{2p_1}{V_A} \Rightarrow V_A = 2V_1 = V_B.$$ **(0,5 puncte)**

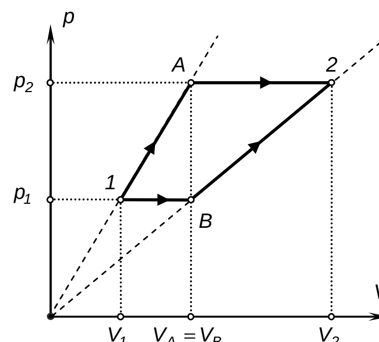
$$\frac{p_1}{2V_1} = \frac{2p_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = 4V_1.$$ **(0,5 puncte)**

Din ecuaţia de stare aplicată pentru cele patru stări, putem scrie:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_AV_A}{T_A} = \frac{p_BV_B}{T_B} = \frac{p_2V_2}{T_2} \text{ sau } \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{2p_1 \cdot 2V_1}{T_A} = \frac{p_1 \cdot 2V_1}{T_B} = \frac{2p_1 \cdot 4V_1}{T_2}$$ şi de aici:

$$T_A = 4T_1,\ T_B = 2T_1,\ T_2 = 8T_1.$$ **(1 punct)**

b) Reprezentarea celor două succesiuni de transformări: $1 \to A \to 2$ şi $1 \to B \to 2$ în coordonate (p,V) este cea din figura alăturată. **(2 puncte)**



Lucrurile mecanice se calculează prin ariile de sub cele două succesiuni de transformări în coordonate (p,V):

$$L_{1A2} = \frac{(p_1 + p_2)(V_A - V_1)}{2} + p_2 \cdot (V_2 - V_A) = \frac{3p_1V_1}{2} + 2p_1 \cdot 2V_1 = \frac{11p_1V_1}{2}$$

(0,5 puncte)

$$L_{1B2} = p_1 \cdot (V_A - V_1) + \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_A)}{2} = p_1V_1 + \frac{3p_1 \cdot 2V_1}{2} = 4p_1V_1$$

(0,5 puncte)

c) Considerăm ciclul $1 \to A \to 2 \to B \to 1$. **(0,5 puncte)**

Cum pe un ciclu variaţia energiei interne este nulă:

$$\Delta U_{1A2B1} = 0$$ ***(0,5 puncte)*** $$\Rightarrow Q_{1A2B1} = L_{1A2B1}$$ ***(0,5 puncte)***, relaţie care se poate scrie:

$$Q_{1A2} + Q_{2B1} = L_{1A2} + L_{2B1}$$ ***(0,5 puncte)*** sau:

$$Q_{1A2} - Q_{1B2} = L_{1A2} - L_{1B2} = \frac{11p_1V_1}{2} - 4p_1V_1 = \frac{3p_1V_1}{2}.$$ ***(1 punct)***

*Textul problemei nu preciteazǎ valorile cǎldurilor molare şi nici tipul gazului, care nu sunt necesare pentru rezolvarea punctului c). Dacǎ în rezolvare concurentului se folosesc valorile cǎldurilor molare şi rezultatul final se calculeazǎ folosind aceste valori, din punctajul atribuit pentru rezolvarea acestei cerinţe se scade **1 punct**.*

Orice altă rezolvare corectă se punctează corespunzător.